

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**О. В. Зоренко, В. М. Скиба**

## **ОСНОВИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ**

**ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для студентів,  
які навчаються за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія»,  
спеціалізаціями «Поліграфічні медіатехнології»,  
«Цифрові технології репродукування»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2018

Рецензент: *Іванко А. І.*, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний

Редактор *Роїк Т. А.*, д-р техн. наук, проф.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 24.05.2018 р.) за поданням Вченої ради ВПІ (протокол № 9 від 10.05.2018 р.)

Електронне мережне навчальне видання

*Зоренко Оксана Володимирівна*, канд. техн. наук, доцент

*Скиба Василь Миколайович*, канд. техн. наук, доцент

## Основи зносостійкості друкарських форм Практикум з тематичного циклу дисципліни

Основи зносостійкості друкарських форм. Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», спеціалізацій «Поліграфічні медіатехнології», «Цифрові технології репродукування» / О. В. Зоренко, В. М. Скиба: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 6,96 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 42 с.

Наведено сукупність практичних завдань для самостійного аналізу та виконання із тиражостійкості друкарських форм, які сприяють засвоюванню набутих знань, умінь і навичок. Наявні завдання відповідають навчальним програмам дисциплін «Управління тиражостійкістю/Основи зносостійкості друкарських форм», «Фізичні методи дослідження-2: Фізичні основи тиражостійкості елементів друкарського контакту».

Для студентів ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, які навчаються за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія», спеціалізаціями «Поліграфічні медіатехнології», «Цифрові технології репродукування».

© О. В. Зоренко, В. М. Скиба, 2018

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

## ЗМІСТ

Вступ	4
Вимоги до виконання та захисту робіт	5
Практична робота 1. Теоретичні основи зносостійкості друкарських форм	6
Практична робота 2. Тиражостійкість ДФ та її значення для якості друкованої продукції	11
Практична робота 3. Трибологічний аналіз зони друкарського контакту офсетного способу	16
Практична робота 4. Закономірності впливу параметрів друкарського контакту на мікрогеометрію поверхні ДФ	28
Питання для самоконтролю	36
Список використаної та рекомендованої літератури	38
Додаток. Приклад оформлення титульної ДКР	42

## ВСТУП

Навчальні дисципліни «Управління тиражостійкістю/Основи зносостійкості друкарських форм», «Фізичні методи дослідження-2: Фізичні основи тиражостійкості елементів друкарського контакту» належать до професійно-орієнтованої підготовки та природничо-наукових дисциплін освітнього ступеня «магістр» спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» спеціалізацій «Поліграфічні медіатехнології», «Цифрові технології репродукування». Дисципліни містять лекційні, практичні заняття, виконання домашньої контрольної роботи та самостійні заняття. Програма курсу дисциплін «Управління тиражостійкістю/Основи зносостійкості друкарських форм», «Фізичні методи дослідження-2: Фізичні основи тиражостійкості елементів друкарського контакту» охоплює основні поняття триботехнічних явищ в зоні друкарського контакту різних способів друку, аналіз динаміки зміни друкарсько-експлуатаційних властивостей друкарських форм (ДФ) в процесі їх експлуатації, вибір методів і засобів підвищення тиражостійкості ДФ та якості тиражних відбитків. Курс має зв'язки з такими фундаментальними дисциплінами як матеріали видавничо-поліграфічного виробництва, формні та друкарські технології поліграфічного виробництва.

Знання, отримані студентами в процесі вивчення дисциплін, можуть використовуватися при вивченні спеціальних дисциплін, під час дипломного проектування, науково-дослідних роботах, а також у подальшій виробничій діяльності.

Метою курсу є вивчення триботехнічного механізму взаємодії елементів в зоні друкарського контакту різних способів друку, вплив їх властивостей на тиражостійкість ДФ; управління процесом експлуатації ДФ для підвищення їх тиражної якості та друкованої продукції.

В результаті вивчення даного курсу студенти повинні *знати*: динаміку зміни фізико-хімічних та друкарсько-технічних властивостей формних матеріалів та ДФ в друкарському процесі; вплив фізико-хімічних властивостей формних

матеріалів на зносостійкість ДФ; методи і засоби управління тиражостійкістю ДФ контактних методів друку.

Студенти повинні *вміти*: аналізувати, співставляти з практичними результатами, формулювати концепцію і напрямки підвищення тиражної якості ДФ для збільшення ресурсу їх працездатності та тиражної якості відбитків.

## ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ РОБІТ

Практичні роботи виконуються на практичних заняттях та захищаються по мірі їх виконання. Звіт з практичних робіт містить роздруковані аркуші формату А4, теоретичні пояснення та практичні розрахунки, висновки та бібліографічні посилання на використані літературні джерела.

Семестровим контролем є залік. Студент допускається до складання заліку з дисциплін за умови позитивного захисту всіх практичних робіт практикуму та самостійних завдань за наявності звіту.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що отримуються за виконання чотирьох практичних робіт практикуму, однієї самостійної роботи, двох контрольних робіт.

За використання чужих робіт і завдань, як своїх (плагіат), відсутність без поважних причин на трьох і більше заняттях, несвоєчасне виконання завдань, студенту можуть бути нараховані штрафні бали (до 5 балів).

### *Система рейтингових балів та критерії оцінювання*

Тип завдання	Кількість балів	
	виконання	захист
<b>Практичні роботи (Σ 48 балів)</b>		
Пр. роб. № 1	5	7
Пр. роб. № 2	5	7
Пр. роб. № 3	5	7
Пр. роб. № 4	5	7
	Σ 20	Σ 28

Закінчення табл.

Тип завдання	Кількість балів	
	виконання	Захист
<b>Контрольні роботи (Σ 21 бал)</b>		
Кр. роб. 1 (теоретичні знання)	7	
Кр. роб. 2 (практичні знання)	7	
Кр. роб. 3 (практичні розрахунки)	7	
	Σ 21	
<b>ДКР (Σ 31 бал)</b>	Σ 31	
<b>Кількість балів за семестр</b>	Σ 100	
<b>Штрафні та заохочувальні заходи</b>		
Відсутність на занятті без поважної причини		-1
Несвоєчасний захист роботи		-1

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

#### Загальні теоретичні відомості

*Друкарська форма (ДФ)* — основний елемент зони друкарського контакту, від фізико-хімічного та якісного стану параметрів якого залежить якість друкованих відбитків.

Відповідно до різновидів сучасних способів друку ДФ можна класифікувати за такими ознаками: *фарбовість* друкованої продукції — ДФ для одно- і багатофарбового друку; *знакова* природа інформації — текстові, зображувальні та текстово-зображувальні ДФ; *способи* друку — ДФ високого (типографського і флексографічного), плоского офсетного (з/без зволоження пробільних елементів), глибокого, спеціальних і цифрових способів друку; *спосіб запису* інформації на формні матеріали — форматний запис (інформація переноситься одночасно на всю площу поверхні формного матеріалу — пластини/циліндра) і

поелементний запис (інформація переноситься послідовно на невеликі ділянки площі); *призначення* — пробні та тиражні ДФ. Знання основ класифікацій технологій друкування, ДФ є необхідним, т.я. останні є найважливішим елементом зони друкарського контакту, а їх властивості визначають якість друкованих відбитків.

В умовах складних енергетичних потоків та явищ друкарського процесу ДФ зазнає змін: вона зношується, змінюючи свою структуру та властивості. На різних етапах експлуатації ДФ зношується нерівномірно: на різних ділянках і в об'ємі матеріалу.

*Зношення* — процес руйнування та видалення частинок матеріалу від поверхні ДФ або накопичення у ній залишкової деформації, яка проявляється в поступовій зміні розмірів друкувальних (ДрЕ) та/або проміжних елементів (ПрЕ).

У офсетному плоскому друці в результаті зношення форм втрачається здатність до сприйняття фарби та ЗР; відбувається викривлення контурів ДрЕ за рахунок розширення (звуження) штрихових та крапкових елементів; змінюється контрастність растрового зображення; відшаровуються ДрЕ і ПрЕ; порушується енергетичний баланс на межі розподілу ДрЕ і ПрЕ. Стійкість ДрЕ і ПрЕ, з одного боку, визначається фізико-хімічними властивостями їх поверхонь (адсорбцією, адгезією, хемосорбцією), а з іншого — фізико-механічними критеріями зношення (структурою матеріалу, мікротвердістю, міцністю). Істотно впливає на ці параметри технологічний процес виготовлення ДФ.

Нині з позицій триботехніки з'явилась можливість управляти зносостійкістю матеріалів. У поліграфічному виробництві використовуються різні методи підвищення тиражостійкості ДФ. Найчастіше використовувані поділяються на три групи: *конструкційні*: розробка і використання ДФ із заданими конструкційними, деформаційними і зносостійкими властивостями та раціональне конструювання зони друкарського контакту, друкарського апарату і машини; *технологічні*: оптимізація технології виготовлення ДФ та процесів прилагодження друкарської машини; *експлуатаційні*: зберігання і

транспортування ДФ в оптимальних умовах у міжопераційний період та стабілізація умов проведення процесу друкування.

Зазначені методи також поділяються на *керовані* (технологічний процес виготовлення ДФ, швидкість та тиск процесу друкування, товщина фарбового шару та ЗР (в офсетному друці) на формі) та *частково керовані* (якісні характеристики формного матеріалу). Регулюючи чинники в потрібному напрямку, можна підвищити тиражостійкість ДФ.

Досягнення максимально можливого значення тиражостійкості може бути забезпечено тільки в умовах оптимального технологічного процесу виготовлення та експлуатації ДФ. З цією метою для гарантії максимальної зносостійкості формних матеріалів при експлуатації форм необхідно звести до мінімуму всі фактори зношення: здійснювати оптимальний підбір фарби, змивних (зволожувальних) розчинів, які не впливають у хімічному та фізичному вигляді на ДФ; встановлення декеля потрібної товщини та жорсткості для даної конструкції друкарської машини; точне регулювання накочування валиків з відповідними деформаційними властивостями; виключення загального та місцевого надлишкового тиску.

У офсетному способі друку потрібно підтримувати фазову рівновагу фарби та ЗР, у глибокому — звести до мінімуму шліфувальну дію ракеля; в трафаретному — точно регулювати відстань ДФ від задруковуваного матеріалу (ЗМ), силу натиску та кут нахилу ракеля, у флексографічному — вдосконалити конструктивні особливості ДФ, які повинні мати певні деформаційні властивості, що забезпечують рівномірність тиску в зоні друкарського контакту.

**Мета роботи:** узагальнити сучасні тенденції триботехнічних явищ у всіх способах друку, що визначають інтенсифіковану економну технологію виготовлення і експлуатації ДФ максимально підвищеної тиражостійкості.



### Хід виконання роботи:

1. Здійснити аналіз науково-технічної літератури та патентних джерел згідно обраного варіанту (табл. 1.1) щодо сучасного стану фізико-хімічних та друкарсько-експлуатаційних властивостей формних матеріалів, динаміку їх зміни в друкарському процесі та вплив на зносо-/тиражостійкість.
2. Розробити динаміку публікацій у науково-технічних, фахових джерелах та напрямів патентування теоретичних основ зносостійкості формних матеріалів.

Таблиця 1.1 — Тематика індивідуальних завдань

№ п/ч	Тематика теоретичних питань
1	Порівняння класифікацій методів друку, ДФ та їх значення для тиражостійкості.
2	Тиражостійкість ДФ, її кількісні величини та значення для якості друкованої продукції.
3	Друкарсько-експлуатаційні властивості формних матеріалів високого, офсетного з і без зволоження ПрЕ методів друку та чинники впливу на тиражостійкість.
4	Друкарсько-експлуатаційні властивості формних матеріалів флексографічного, глибокого методів друку та чинники впливу на тиражостійкість.
5	Друкарсько-експлуатаційні властивості формних матеріалів трафаретного, тампонного методів друку та чинники впливу на тиражостійкість.
6	Теоретичні основи трибології.
7	Трибологічні основи друкарського процесу та триботехнічні явища.
8	Аналіз трибологічної системи «Флексографічна ДФ—відбиток».
9	Трибологічний аналіз зони друкарського контакту високого друку.
10	Трибологічний аналіз зони друкарського контакту офсетного плоского друку зі зволоженням.
11	Трибологічний аналіз зони друкарського контакту офсетного плоского друку без зволоження.
12	Трибологічні особливості формного матеріалу цифрових технологій друку.
13	Трибологічний аналіз зони друкарського контакту глибокого друку.
14	Трибологічна система «Флексографічна ДФ—відбиток».
15	Види зносу і руйнування деталей машин у зонах тертя.
16	Критерії оцінки якості ДФ і друкованих відбитків. Взаємозв'язок якості друку та структури формного матеріалу.
17	Фізична модель процесів руйнування і формування поверхні тертя ДФ.
18	Особливості зносу металевих і полімерних ДФ.

№ п/ч	Тематика теоретичних питань
19	Зовнішні прояви зносу форм офсетного плоского друку зі зволоженням, критерії та методи їх визначення.
20	Зовнішні прояви зносу форм офсетного плоского друку без зволоження, критерії та методи їх визначення.
21	Зовнішні прояви зносу форм високого друку, критерії та методи їх визначення.
22	Особливості зносу флексографічних ДФ, критерії та методи їх визначення.
23	Види зносу і тиражостійкості ДФ офсетного плоского способу.
24	Закономірності зносостійкості та тиражостійкості декелів і гумовотканинних полотнищ в офсетному плоскому друці.
25	Тиражостійкість друкарських форм при друкуванні УФ-фарбами та із застосуванням гібридної технології друкування.
26	Особливості зносу і тиражостійкість друкарських форм тамподруку.
27	Особливості зносу і тиражостійкості форм трафаретного друку.
28	Закономірності зносу та тиражостійкості фототипних друкарських форм.
29	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ високого друку.
30	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ офсетного плоского друку зі зволоженням ПрЕ.
31	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ офсетного плоского друку без зволоження.
32	Чинники впливу на тиражостійкість формних матеріалів цифрових технологій друку.
33	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ флексографічного друку.
34	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ глибокого друку.
35	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ трафаретного друку.
36	Чинники впливу на тиражостійкість ДФ тампонного друку.
37	Напрями підвищення тиражостійкості формних матеріалів оперативного друку.
38	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ високого друку.
39	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ флексографічного друку.
40	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ офсетного плоского друку зі зволоженням ПрЕ.
41	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ офсетного плоского друку без зволоження.
42	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ глибокого друку.
43	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ трафаретного друку.
44	Фізико-хімічна суть підвищення тиражостійкості ДФ тампонного друку.
45	Нормалізація формних процесів з метою підвищення тиражостійкості ДФ.
46	Нормалізація друкарських процесів з метою підвищення тиражостійкості ДФ.

**Рекомендована література [1–6; 9; 10; 13; 15; 16; 19; 23; 34; 41; 42].**

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 2**

### **ТИРАЖОСТІЙКІСТЬ ДФ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЯКОСТІ ДРУКОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

#### **Загальні теоретичні відомості**

*Тиражостійкість* ДФ — можливість продукування з неї максимальної кількості ідентичних відбитків. Залежить від виду застосовуваних формних пластин, якості основних та допоміжних матеріалів, стану та налагодження друкарського апарату, фарбового (зволожувального, у офсетному плоскому друці) апарату друкарської машини, кваліфікації виробника друкарської форми та пересоналу, який обслуговує друкарську машину.

В контексті значення тиражостійкості форми для якості продукції, залежить не тільки від властивостей ДФ, але й від умов проведення друкарського процесу, навколишнього середовища (дії роботи тертя, динамічних навантажень при різних тисках, хімічного активного середовища — фарб, вологи, змивних речовин).

Для вивчення тиражостійкості необхідно почати з оцінки формного матеріалу за репродукційно-графічними властивостями, фізико-механічними показниками (міцністю, твердістю), деформаційними і продовжити оцінювати параметри якості відбитків: роздільну та видільну здатності, оптичну густину, градаційну передачу, чіткість растрової крапки та шрифту, колірні характеристики, суміщення окремих фарб, розтискування, рівномірність розподілення фарби на відбитку тощо.

Величини тиражостійкості ДФ різних методів друку: фотополімерні форми високого друку = 250 тис. відб.; фотополімерні форми флексографічного друку = 500 тис.–1 млн. відб.; форми офсетного друку зі зволоженням: монометалеві термочутливі = 150 тис. відб., монометалеві фотополімерні = 250 тис. відб.,

монометалеві срібломістки = 350 тис. відб., на поліефірній основі = 5–50 тис. відб., на паперовій основі = 100–1 тис. відб.; форми глибокого друку = 50–150 тис. відб.; форми трафаретного друку = 15–75 тис. відб.; форми тампонного друку = 100 тис.–2 млн. відб.

Для забезпечення високої якості відбитків та їх подібності впродовж друкування накладу потрібно забезпечення стабільних властивостей ДрЕ форми. Це можливо шляхом: застосування ДФ з високою тиражостійкістю ДрЕ, що досягається властивостями формного матеріалу, нормалізацією формного процесу з дотриманням технологічних режимів та їх контролю; всебічним контролем друкарського процесу; застосуванням витратних матеріалів, що відповідають продуктивності друкарського обладнання та сумісних з технологічним середовищем, зокрема в офсетному плоскому друці зі зволоженням ДФ: застосуванням регламентованих змивних засобів для збільшення ресурсу експлуатації гумовотканинних полотен та фарбових валиків, що контактують з ДрЕ форм і нормалізують друкарський контакт, забезпечуючи якість відбитків; постійної діагностики і профілактики друкарського устаткування.

Критерії оцінки якості ДФ і відбитків дозволяють більш повно і об'єктивно охарактеризувати тиражостійкість ДФ. Основним критерієм є вимірювання репродукційно-графічних параметрів: роздільної і видільної здатності; ширини характерних штрихів різних розмірів, віддалених один від одного на певній відстані; величини штрихів і внутрішньобуквеного проміжку окремих літер, наприклад «Н» і «О»; зростання (глибини) і профілю ДрЕ; ширини ПрЕ; градаційної передачі на відбитку; розміру растрової крапки на формі і відносної площі растрових елементів на відбитку.

Наприклад, у офсетному плоскому друці, можна судити про зношення ДФ за зміною насиченості зображень на відбитках і забрудненню незадруковуваних ділянок паперу, що є наслідком втрати ДрЕ здатності сприймати фарбу, а пробільними — втрати гідрофільності і зажирювання пробільних ділянок.

Тиражостійкість ДФ офсетного друку визначається у більшості стійкістю ДрЕ. У процесі експлуатації (друкування) ДФ зазнає циклічні навантаження, тертя у парі з офсетним циліндром, накочувальними фарбовими і зволожувальними валиками, абразивну дію паперового пилю і пігментів друкарських фарб. Зносостійкість ДрЕ залежить й від хімічної стійкості копіювального шару до ЗР, його адгезії до поверхні основи.

Відмінності в зносостійкості копіювальних шарів можуть бути пов'язані з їх складом, природою, співвідношенням компонентів і режимами обробки. Зносостійкість позитивного на основі діазоз'єднання (ОНХД) і багатьох негативних шарів підвищується при нагріванні, що дозволяє збільшувати тиражостійкість форм (в 2–3 рази) шляхом їх термообробки.

Так, в копіювальному шарі на основі ОНХД термообробка супроводжується хімічними процесами, що проходять у шарі: окисленням смоли і її взаємодії з діазоз'єднанням з утворенням зшитих структур складових шару. При цьому підвищується зносостійкість, хімічна стійкість, збільшується адгезія шару до поверхні основи та змінюється пофарбованість шару.

**Мета роботи:** проаналізувати причини виникнення та визначити рекомендації щодо усунення технологічних несправностей зони друкарського контакту різних методів друку.

#### **Хід виконання роботи:**

1. Здійснити аналіз науково-технічної літератури та фахових періодичних видань згідно обраного варіанту (табл. 2.1) щодо причин виникнення технологічних несправностей у зоні друкарського контакту різних методів друку.
2. Сформулювати рекомендації з усунення технологічних несправностей, пояснити їх вплив на кількісні значення тиражостійкості формних матеріалів.

Таблиця 2.1 — Тематика індивідуальних завдань

№ п/ч	Тематика теоретичних завдань
1	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення брудних півтонів на друкованих відбитках.
2	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення відмарування зображення на друкованих відбитках.
3	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення відбруднювання зображення на друкованих відбитках.
4	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації щодо усунення вищипування паперу при друкуванні відбитків.
5	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення емульгування фарби при друкуванні.
6	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення зажирювання ДФ при друкуванні.
7	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення зменшення насиченості фарби на відбитках.
8	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення збільшення шару фарби на ДФ при друкуванні.
9	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення нашарування фарби на офсетне полотно при друкуванні.
10	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення неточності приведення при друкуванні відбитків.
11	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення пиління паперу при друкуванні відбитків.
12	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення пиління фарби при друкуванні відбитків.
13	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення повільного висихання фарби на відбитках.
14	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення полошіння зображення на відбитку.
15	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення порушення балансу «фарба–ЗР».
16	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення плямистості зображення на відбитку.
17	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення подвоєння друкувальних елементів на відбитку.
18	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення розтискування штрихових і растрових елементів на відбитку.
19	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення скручування відбитків на виході з друкарської машини.
20	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення стирання офсетної ДФ.

№ п/ч	Тематика теоретичних завдань
21	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення тінення зображення на відбитку.
22	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення тонування зображення на відбитку.
23	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення непродруковування на відбитках окремих деталей зображення.
24	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення марашок (чорнишів) на відбитках.
25	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення часткового несуміщення зображення на відбитку.
26	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення міління/осипання фарби (фарбового шару) з відбитка при легкому терті.
27	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення склеювання відбитків у стопі.
28	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення низької міцності відбитка до стирання.
29	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення проковзування (растрові крапки видовжені в напрямку друку).
30	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення шаблонування зображення на відбитку.
31	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення різновідтінковості зображення на тиражних відбитках.
32	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення поперечних смуг на тиражних відбитках.
33	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації зменшення інтенсивності зношення ДФ.
34	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення шаблонування зображення на тиражних відбитках.
35	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення потрапляння сторонніх частинок на ДФ/ОГТП.
36	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення зерніння зображення на тиражних відбитках.
37	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення затікання ЗР на ДФ/ОГТП.
38	Дати оцінку причин виникнення та навести рекомендації усунення утворення на відбитку фарбових смуг уздовж твірної циліндра.

**Рекомендована література** [1; 5; 7–11; 13; 15; 16; 27; 42].

# **ПРАКТИЧНА РОБОТА 3**

## **ТРИБОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ**

### **ЗОНИ ДРУКАРСЬКОГО КОНТАКТУ**

### **ОФСЕТНОГО СПОСОБУ**

#### **Загальні теоретичні відомості**

Друкарський пристрій технологічного процесу офсетного плоского друку являє собою систему з формного, офсетного та друкарського циліндрів, механізму приводу та натиску, фарбового та зволожувального апаратів. Явища, що відбуваються у зонах друкарських контактів під час перенесення фарби з форми на офсетне гумовотканинне полотно (ОГТП), а з нього на ЗМ обумовлюються складністю системи та визначаються швидкістю (часом контакту), тиском, тертям, адгезією тощо.

Так як ОГТП можна вважати другою ДФ, адже воно переносить водно-фарбову емульсію на ЗМ, то в процесі експлуатації ОГТП повинно бути надійним (стабільним по всім параметрам упродовж друкування всього накладу) та довговічним.

Важливу роль у цьому процесі відіграють друкарсько-технічні властивості ОГТП: деформаційні; триботехнічні (поверхнева і об'ємна міцність, зносостійкість); фізико-хімічні (термостійкість, хімічна стійкість, поверхнево-енергетичні особливості; здатність сприймати та віддавати ЗМ фарбу і ЗР). Дані властивості не повинні змінюватися упродовж тривалого часу експлуатації ОГТП у друкарській машині — при багаторазовій зміні репродукційно-графічних характеристик ДФ, друкарсько-технічних параметрів ЗМ, періодичному змиванні фарби.

Так як якісними оцінюючими параметрами ОГТП є коефіцієнти сприйняття та перенесення фарби і ЗР, то найбільш прийнятний для експлуатації — період стабільного зношення, при якому проходять сприятливі процеси щодо перенесення фарби та ЗР і зміна якісних параметрів декеля в цей період мінімальні.



Фізико-хімічна взаємодія елементів в системі «ДФ—ОГТП—відбиток» (рис. 3.1) характеризується інформаційним потоком із взаємодією сил адгезії та когезії; матеріально-енергетичними потоками з проявом хемосорбції на основі дифузії та адсорбції на межі розподілу середовищ; роботою сил тертя з деформацією елементів, утворенням теплоти, вільної енергії, проходженням триботехнічних реакцій, зміною структури елементів; впливом навколишнього середовища на елементи системи. Всі елементи, що взаємодіють в трибологічній системі підлягають трибологічному аналізу, а це в свою чергу дає можливість оптимізувати друкарський процес та підвищити його надійність.

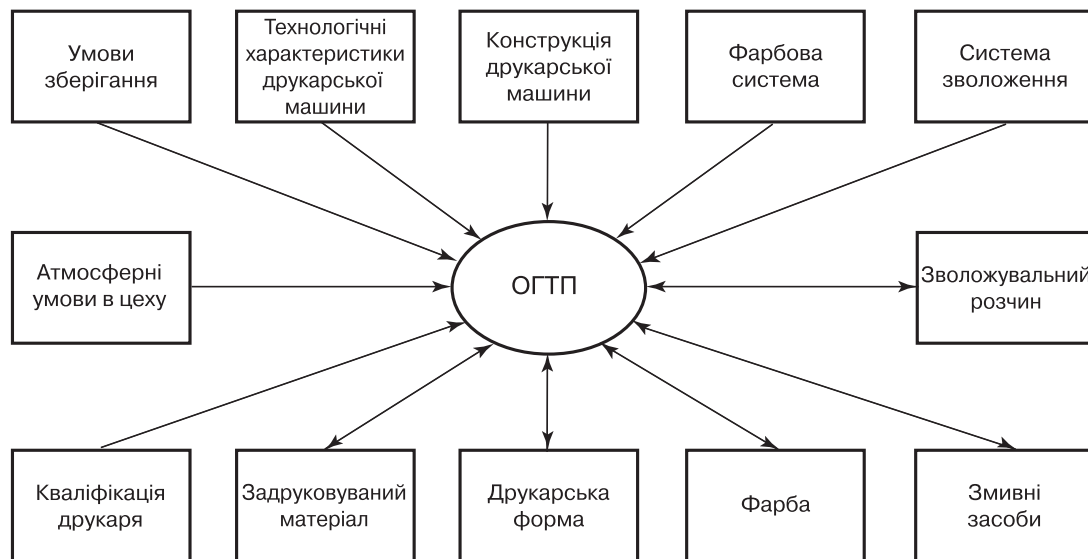


Рисунок 3.1 — Модель основних триботехнічних взаємодій між елементами системи «ДФ—ОГТП—відбиток»

На ОГТП впливають енергетичні, матеріальні, фізико-хімічні фактори, що породжуються елементами системи (ДФ, фарба, ЗР, водно-фарбова емульсія, ЗМ, атмосферні умови (температура, вологість, склад повітря) тощо.

Зовнішні прояви зношення (руйнування) ОГТП характеризуються втратою якості відбитків (нерівномірність задруковування фону, забруднення, чорниші, крапчастий або плямистий відбиток тощо). Критичне руйнування ОГТП характеризується зменшенням його товщини, утворенням напливів і прогалин на поверхні, адсорбцією фарби в окремих місцях, зміною кольору тощо.

Спрацювання ОГТП визначається численними чинниками, які залежать від принципових особливостей способу друку, оточуючого середовища та індивідуальних фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей декелів. На декель діє робота тертя та циклічні динамічні навантаження з проковзуванням (при різних тисках та частотах) в експлуатаційному середовищі (постійна дія фарби і ЗР, періодична — змивних засобів). Внаслідок такої специфічно складної дії верхній робочий шар (робоча поверхня) ОГТП зношується до критичного рівня, переходячи в неробочий стан, який визначається різними показниками оцінки якості (параметрами оптимізації).

В офсетному способі друку величина тиску в смузі друкарського контакту при друкуванні з традиційними (без мікропористого шару) ОГТП складає  $80\text{--}150\text{ Н/см}^2$  ( $8\text{--}15\text{ кГс/см}^2$ ), а при використуванні ОГТП з одним/двома мікропористими (компресійними) шарами —  $50\text{--}80\text{ Н/см}^2$  ( $5\text{--}8\text{ кГс/см}^2$ ).

Тиск друку створюється в смузі друкарського контакту за рахунок деформації стиснення декеля, величина якої визначається конструктором при розробці друкарської машини. У сучасних офсетних машинах, залежно від їх конструкції, для того, щоб створити оптимальний тиск друку, жорсткість сучасних декелів (величина їх абсолютної деформації стиснення), повинна складати  $0,07\text{--}0,15\text{ мм}$  та  $3,6\text{--}7,7\%$  від їх товщини. Вимірювання повинні бути виконані в лабораторії заводу-виробника за тиску друку  $80\text{ Н/см}^2$  ( $8,0\text{ кГс/см}^2$ ), а їх результати повинні бути наведеними в документах, що супроводжують ОГТП і піддекельні матеріали.

У реальному друкарському процесі товщина декеля підбирається з точністю лише до  $0,03\text{--}0,05\text{ мм}$ . Надмірний тиск — основна причина передчасного виходу з ладу приводів друкарських апаратів офсетних машин, практично неможливо одержати необхідну якість друкованих відбитків.

Жорсткісні характеристики ОГТП і правильний підбір складу декеля з урахуванням конструкції друкарського устаткування важливі для забезпечення тиражостійкості декеля, особливо при друкуванні великих накладів, що дозволяє прогнозувати його поведінку в процесі тривалої експлуатації,

Тиражостійкість декеля/ОГТП залежить від його деформаційних властивостей: величини пружної ( $\epsilon_{\text{пр}}$ ), еластичної ( $\epsilon_{\text{ел}}$ ) і залишкової ( $\epsilon_{\text{зал}}$ )/пластичної деформацій. Співвідношення складових сумарної деформації стиснення:  $\epsilon_{\text{пр}} \sim 75 \%$ ;  $\epsilon_{\text{ел}} \sim 10 \%$ ;  $\epsilon_{\text{зал}} \sim 15 \%$ . Висока частка пружної і низька частка залишкової деформацій у  $\epsilon_{\text{сум}}$  забезпечують низький ступінь прироблення декеля, його високу тиражостійкість і стійкість до ударних навантажень. Тому при розробці нових типів ОГТП прагнуть досягти найбільшої величини пружної деформації і найменшої величини залишкової деформації. При цьому величину еластичної деформації рекомендують обмежити в діапазоні 8–10 % від сумарної деформації стиснення. Якщо еластична деформація менше 8 %, то ОГТП мають надмірну жорсткість, а якщо більше 10–12 % — виникають проблеми прироблення декеля, тобто значно збільшується час прироблення та тривалість стабілізації його властивостей.

Вищевказані стандартні співвідношення деформацій свідчать про високу якість ОГТП і піддекельних матеріалів, яка досягається застосуванням нових високопружних каучуків, мікропористих шарів, спеціальних тканин, а також вдосконаленням конструкції цих матеріалів при використуванні нових технологій їх виробництва. На ці показники слід звертати особливу увагу як при закупівлі декельних матеріалів, так і при складанні з них офсетного декеля.

Дані показники плануються при розробці нових декельних матеріалів, контролюються при їх виробництві, але не завжди або не повною мірою наводяться у супровідній технічній документації, внаслідок чого споживачі декельних матеріалів позбавлені можливості правильно підібрати ОГТП і піддекельні матеріали для друкарських машин, прогнозувати з необхідною точністю тиражостійкість ОГТП, планувати потреби декельних матеріалів на перспективу.

Неправильний вибір ОГТП є основною причиною того, що декельні матеріали і друкарські машини виходять з ладу задовго до їх фізичного зносу, а якість друкарської продукції знижується.

Варто зауважити, що більшість компаній-дистрибуторів ОГТП не в повній мірі в супровідній технічній документації на дані витратні матеріали наводять вищезазначені показники пружно-еластичних властивостей ОГТП, що відповідають за час прироблення і тиражостійкість декеля.

Нижче наведено приклад розрахунку показників деформаційних властивостей ОГТП.

1.1. Вихідні дані: товщина ОГТП: 1,95 мм; відносна деформація стиснення ( $\epsilon_{\text{відн}}$ ): 10 %; навантаження 135 Н/см<sup>2</sup>; величина подовження: 1,5 %.

1.1.1. Перевести показники навантаження: 1350 кПа = 135 Н/см<sup>2</sup> = 13,5 кГс/см<sup>2</sup> = 1,35 МПа = 0,135 Н/м<sup>2</sup>.

1.1.2. Розрахувати реальну відносну деформацію стиснення ( $\epsilon_{\text{відн}}$ , %):

Враховуючи те, що показник реального тиску процесу друкування складає 8,0 кГс/см<sup>2</sup>, складемо пропорцію:

$$13,5 \text{ кГс/см}^2 \text{ — } 10 \%,$$

$$8,0 \text{ кГс/см}^2 \text{ — } x.$$

$$x = (10,0 \times 8,0) \div 13,5 = 5,9 \, \%.$$

Діапазон оптимальної відносної деформації стиснення: 3,6...7,7 %.

1.1.3. Розрахувати абсолютну деформацію стиснення ( $\epsilon_{\text{абс}}$ , мм):

$$\epsilon_{\text{абс}} (\text{мм}) = 5,9 \, \% \times 1,95 \text{ мм} \div 100 \, \% = 0,12 \text{ мм}.$$

Діапазон оптимальної абсолютної деформації стиснення: 0,07...0,15 мм.

1.1.4. Розрахувати залишкову (пластичну) деформацію стиснення ( $\epsilon_{\text{зал}}$ , %):

$$\epsilon_{\text{зал}} (\%) = 1,5 \, \% \div 5,9 \, \% \times 100 \, \% = 25 \, \%.$$

1.1.5. Розрахувати усадження (реальна товщина після прироблення), мм:

$$\epsilon_{\text{зал}} (\text{мм}) = 1,5 \, \% \times 1,95 \text{ мм} \div 100 \, \% = 0,03 \text{ мм}.$$

Причому зміна усадження хоча б на 0,01 мм — це 10 % додаткового навантаження на робочі поверхні друкарського апарату.

1.1.6. Розрахувати суму пружної  $\epsilon_{\text{пр}}$  (%) і еластичної  $\epsilon_{\text{ел}}$  (%) деформацій у сумарній деформації:

$$\epsilon_{\text{пр}} (\%) + \epsilon_{\text{ел}} (\%) = 100 \, \% - 25 \, \% = 75 \, \%.$$

1.1.7. Розрахувати величину пружної деформації, враховуючи прийняту величину еластичної деформації 10 %:

$$\varepsilon_{\text{пр}} (\%) = 75 \% - 10 \% = 65 \%$$

1.2. Вихідні дані: товщина ОГТП: 1,95 мм; абсолютна деформація стиснення ( $\varepsilon_{\text{абс.}}$ ): 0,16 мм; навантаження 100 Н/см<sup>2</sup>; величина подовження: 0,9 %.

1.2.1. Перевести показники навантаження: 1000 кПа = 100 Н/см<sup>2</sup> = 10,0 кГс/см<sup>2</sup> = 1,0 МПа = 0,100 Н/м<sup>2</sup>.

1.2.2. Розрахувати реальну абсолютну деформацію стиснення (мм):

Враховуючи те, що показник реального тиску процесу друкування складає 8,0 кГс/см<sup>2</sup>, складемо пропорцію:

$$10,0 \text{ кГс/см}^2 \text{ — } 0,16 \text{ мм,}$$

$$8,0 \text{ кГс/см}^2 \text{ — } x.$$

$$x = (0,16 \times 8,0) \div 10,0 = 0,13 \text{ мм.}$$

1.2.3. Розрахувати відносну деформацію стиснення (%):

$$E_{\text{відн.}} (\%) = 0,13 \text{ мм} \div 1,95 \text{ мм} \times 100 \% = 6,67 \%$$

1.2.4. Розрахувати залишкову (пластичну) деформацію стиснення:

$$\varepsilon_{\text{зал}} (\%) = 0,9 \% \div 6,67 \% \times 100 \% = 13,5 \%$$

1.2.5. Розрахувати усадження (реальна товщина після прироблення), мм:

$$\varepsilon_{\text{зал}} (\text{мм}) = 0,9 \% \times 1,95 \text{ мм} \div 100 \% = 0,02 \text{ мм.}$$

1.2.6. Розрахувати суму пружної  $\varepsilon_{\text{пр}}$  (%) і еластичної  $\varepsilon_{\text{ел}}$  (%) деформацій у сумарній деформації:

$$\varepsilon_{\text{пр}} (\%) + \varepsilon_{\text{ел}} (\%) = 100 \% - 13,5 \% = 86,5 \%$$

1.2.7. Розрахувати величину пружної деформації, враховуючи прийняту величину еластичної деформації 10 %:

$$\varepsilon_{\text{пр}} (\%) = 86,5 \% - 10 \% = 77,5 \%$$

**Мета роботи:** здійснити аналіз технічної документації на ОГТП та виконати розрахунок реальних показників деформаційних властивостей ОГТП.

### Хід виконання роботи:

1. Здійснити аналіз супровідної технічної документації на ОГТП, наведеної на сайтах компаній-виробників, компаній-дистрибуторів даного матеріалу.
2. Згідно обраного варіанту (табл. 3.1) розрахувати реальні показники деформаційних властивостей ОГТП.
3. Сформулювати висновки щодо розрахованих даних, їх впливу на тиражостійкість ОГТП/декеля та рекомендації їх подальшого використання.

Таблиця 3.1 — Тематика індивідуальних завдань

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
1	Crystal	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,69	78	0,75	0,167 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк
2	Carton 1	«Duso», В. Британія	1,95	76	1,4	6,7 % за навантаження 1350 кПа	Друк пакувань звичайними і УФ-фарбами
3	dayGraphica 8200 Eclipse	«DAY International», Німеччина	1,95	75	1,0	0,17 мм за навантаження 2060 кПа	Для друку УФ-фарбами
4	Perfect Dot SR	«IMC», Японія	1,95	80	0,9	6,5 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Рулонний друк з гарячою сушкою
5	Dot Star-NC	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	80	0,9±0,3	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий офсетний друк, друк пакувань
6	dayGraphica 8897 News-Printer	«DAY International», Німеччина	1,95	78	1,1	0,177 мм за навантаження 2060 кПа	Друкування газет
7	dayGraphica 8200 Eclipse	«DAY International», Німеччина	1,95	75	1,0	0,17 мм за навантаження 2060 кПа	Для друку УФ-фарбами

Продовження табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
8	TR Turquoise	«Ducso», В. Британія	1,95	76	1,4	6,5 % за навантаження 1650 кПа	Аркушевий і рулонний друк, газетний друк з холодною і гарячою сушкою звичайними і УФ-фарбами
9	Ebony	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,69	78	0,75	0,187 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк з гарячою сушкою, друк на металі
10	Ebony-НС	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	78	0,9	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк, друк на металі
11	Perfect Dot MX	«ІМС», Японія	1,95	80	0,8	6,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий друк
12	Vulcan 714 Plus	«Reeves», США	1,69	78	0,9	7,7 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий і рулонний офсетний друк, офсетний друк паковань, друк на металі
13	S 7000	«Kinyo», Японія	1,93	80	1,32	4,9 % при навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для аркушевого і рулонного високошвидкісного друку
14	FSR	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,69	80	0,75	0,187 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк з гарячою сушкою
15	Metal 3	«Ducso», В. Британія	1,95	76	<1,4	6,9 % за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк, друк на металі УФ-фарбами
16	Prestige	«ContiTech Elastomer», Німеччина	2,30	60	0,75	0,505 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий офсетний друк, друк паковань
17	dayGrap-hica 36	«DAY International», Німеччина	1,70	78	0,7	0,17 мм за навантаження 1060 кПа	Офсетний друк
18	Carton Grey	«Ducso», В. Британія	1,68	80	1,3	7,2 % за навантаження 1350 кПа	Друк паковань звичайними і УФ-фарбами

Продовження табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
19	Consul	«Dunlop», Англія	1,99	78	1,0	7,9 % за навантаження 1500 кПа	Аркушевий і рулонний офсетний друк
20	Violet-NC	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,69	80	0,9	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий офсетний друк, друк на металі, полотно стійке до дії УФ-фарб
21	FS-615 Premium	«Fujikura», Японія	1,95	82	4,0	8,2 % за навантаження 1500 кПа	Високошвидкісний офсетний друк
22	Accura	«Ducso», В. Британія	1,68	75	<1,4	6,4 % за навантаження 1500 кПа	Аркушевий друк, друк пакувань звичайними фарбами
23	Proprint	«I.T.G.-GmbH Graphic Products», Німеччина	1,95	76	<1,6	7,0 % за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк на папері, картоні, металі на низьких швидкостях
24	Zenith-TR	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	82	0,75	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Друк з гарячою сушкою
25	Perfect Dot NP	«IMC», Японія	1,95	80	1,5	6,5 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Друк з використанням холодної сушки
26	S 7620	«Kinuo», Японія	1,98	80	1,46	5,10 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для аркушевого і рулонного високошвидкісного друку
27	dayGrap-hica 8213	«DAY International», Німеччина	1,70	81	0,7	0,08 мм за навантаження 1060 кПа	Для друку на жерсті та інших невисотувальних матеріалах
28	UV Com-pressible	«Ducso», В. Британія	1,68	76	<1,4	6,0 % за навантаження 1650 кПа	Аркушевий друк, друк пакувань, друк на жерсті, пластику УФ-фарбами
29	Aquarell	«MacDermid», США	1,70	77	0,8	0,13 мм за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий і рулонний друк



Продовження табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
30	Dot Star-TR	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	82	0,75	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Друк газет на друкарських машинах з друкарською секцією планетарного типу з холодною сушкою
31	I.T.G.-VSTR	«I.T.G.-GmbH Graphic Products», Німеччина	1,95	78	<1,5	10,0 % за навантаження 135 Н/см <sup>2</sup>	Для вибіркового лакування
32	Explorer 3000	«Day International», США	1,70	78	1,0	6,4 % за навантаження 1500 кПа	Високохудожній аркушевий і рулонний офсетний друк і офсетний друк без зволоження
33	FSR-TR	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	80	0,9	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Рулонний друк з холодною і гарячою сушкою
34	Contrast	«MacDermid», США	1,95	79	0,9	0,16 мм за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий офсетний друк, офсетний друк без зволоження звичайними і УФ-фарбами
35	Litho-NC	«ContiTech Elastomer», Німеччина	1,95	80	0,9	0,207 мм за навантаження 1350 кПа	Аркушевий офсетний друк, друк паковань
36	Headline	«Ducso», В. Британія	2,10	75	<1,2	7,2 % за навантаження 1350 кПа	Газетний друк з холодною сушкою звичайними фарбами
37	Canyon	«Phoenix», Німеччина	1,96	75	<1,5	12,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для вибіркового і суцільного лакування
38	Graffiti	«MacDermid», США	1,70	75	0,9	0,12 мм за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий і рулонний друк з холодною і гарячою сушкою, друк газет, рекламної продукції
39	Metal 1	«Ducso», В. Британія	1,95	76	<1,4	6,5 % за навантаження 1350 кПа	Аркушевий друк, друк на металі звичайними фарбами

Продовження табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
40	Superstrip	«Ducso», В. Британія	1,68	74	<1,4	7,2 % за навантаження 1650 кПа	Для вибіркового лакування водними і УФ-лаками
41	Polycell	«MacDermid», США	1,96	71	0,5	0,12 мм за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий, рулонний друк малоформатної продукції звичайними фарбами, друк газет, полотно використовується як форма
42	8500 Accu-Dot	«Day International», США	1,95	78	0,9	6,5 % за навантаження 1500 кПа	Аркушевий і рулонний офсетний друк
43	Senator	«Dunlop», Англія	1,93	81	1,0	6,1 % за навантаження 1500 кПа	Аркушевий офсетний друк
44	Vulcan Eco	«Reeves Vulcan», Італія	1,96	70	1,0	0,23 мм за навантаження 260 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий друк паковань, друк на металі
45	Super Simultan (звичайне)	«I.T.G.-GmbH Graphic Products», Німеччина	1,70	79	0,7	5,3 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для друкування цінних паперів
46	MC 35R	«Kinyo», Японія	1,95	80	1,5	5,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Рулонний високошвидкісний друк з гарячою і холодною сушкою
47	Vulcan Image 4U	«Reeves Vulcan», Італія	1,96	70	0,8	0,23 мм за навантаження 260 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий високошвидкісний друк
48	Pastell	«MacDermid», США	1,95	77	0,6	0,12 мм за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий друк малоформатної продукції, друк паковань, друк на металі
49	Reporter	«MacDermid», США	1,95	77	0,6	10,2 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Рулонний друк з холодною та гарячою сушкою при друці на некрейдованому папері, друк газет

Продовження табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
50	Printmaster (Saturn)	«OpenShaw», Англія	1,95	79	1,4	0,33 мм за навантаження 217 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий і рулонний багатофарбовий друк
51	Aquamarine	«Phoenix», Німеччина	1,96	76	<1,5	10,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для аркушевого офсетного друку на папері, картоні, пластику, алюмінієвій фользі, лакованих поверхнях, папері із структурованою поверхнею («льон», «шкаралупа»)
52	Aquarell	«Polyfibron Rollin s. A.», Франція	1,70	76	0,8	6,7 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Високохудожній аркушевий і рулонний офсетний друк
53	MC 5000R	«Kinuo», Японія	1,95	81	2,16	5,3 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий високошвидкісний друк на картоні, металі
54	Porotrix	«Phoenix», Німеччина	1,96	76	<2	7,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Для друку на різних матеріалах: папері, картоні, пластиках, алюмінієвій фользі, на лакованих поверхнях
55	Vulcan Combo	«Reeves Vulcan», Італія	1,96	70	1,0	0,23 мм за навантаження 260 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий друк пакувань, поліефірних плівок, металі
56	Sapphire	«Phoenix», Німеччина	1,70	78	1,5	9,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий і рулонний офсетний друк на папері, картоні, металі
57	Contrast	«Polyfibron Rollin s. A.», Франція	1,95	79	0,9	10,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Аркушевий офсетний друк
58	Emerald	«Phoenix», Німеччина	1,68	79	<1,2	8,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Рулонний друк з гарячою сушкою
59	Litoflecs	«Proprint», Англія	1,95	80	<0,7	7,0 % за навантаження 100 Н/см <sup>2</sup>	Друк на папері різної маси і якості, зокрема на крейдованому і некрейдованому

Закінчення табл. 3.1

№ п/ч	Марка полотна	Фірма-виробник, країна	Товщина, мм	Твердість, од. за Шором	Подовження, %	Деформація стиснення	Сфера використання
60	Vulcan U.V.	«Reeves Vulcan», Італія	1,71	68	0,9	0,23 мм за навантаження 260 Н/см <sup>2</sup>	Для друку УФ-фарбами

**Рекомендована література** [5; 7; 10–12; 19; 21; 22; 31–33; 35; 36; 38; 42].

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

### ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ДРУКАРСЬКОГО КОНТАКТУ НА МІКРОГЕОМЕТРІЮ ПОВЕРХНІ ДФ

#### Загальні теоретичні відомості

Один з основних складників технологічних процесів поліграфічного виробництва є формні матеріали та їх здатність якісно передавати текстово-ілюстраційну інформацію. Якість передачі залежить від фізико-хімічних властивостей цих матеріалів, способу запису (копіювання) зображення, умов друкарського контакту, друкарсько-технічних параметрів паперу і фарби.

Формний матеріал, як правило має багатошарову структуру, його основні компоненти — основа і світлочутливий копіювальний шар (КШ). Від останнього залежить як якість розділення ДрЕ та ПрЕ, так і їх тиражостійкість.

Стабільність якості матеріалу і точність виконання технологічних процесів виготовлення ДФ — найважливіші чинники, що визначають тиражостійкість. Оптимальний контакт ДрЕ із ЗМ досягається тиском, а у разі використання еластичних форм — за рахунок їх деформації. Тому, деформаційні властивості матеріалів, що беруть участь у друкарському контакті, також впливають на тиражостійкість ДФ.

Вплив друкарської фарби двоякий: вона має властивості мастила і, знижує коефіцієнт тертя ковзання між ДФ і ЗМ, зменшує зношення. З іншого боку — фарба сприяє зношуванню зменшує міцність формного матеріалу.

Швидкість друкування визначає величину, періодичність і напрям навантажень, тому її також слід віднести до числа чинників, що визначають тиражостійкість ДФ.

Отже, багато чинників впливають на руйнування ДФ. Проте найважливішими залишаються параметри властивостей формних матеріалів: окрім необхідних репродукційно-графічних матеріал повинен мати певні друкарсько-технічні і зберігати їх впродовж всього тиражу видання.

ДФ характеризуються комплексом показників, чисельні значення яких встановлюють залежно від типу видання і вимог до якості, технології його поліграфічного відтворення та інших умов. Весь комплекс показників ДФ можна розділити на три групи: загальні показники (ДФ і формного процесу), друкарсько-експлуатаційні та репродукційно-графічні, останні два є визначальними для тиражостійкості.

*Друкарсько-експлуатаційні: тиражостійкість*, що залежить від характеру відтворюваного зображення, способу друку та технології виготовлення друкарських форм, властивостей формного матеріалу, режимів друкарського процесу, властивостей застосовуваних матеріалів; *мікротвердість* (міцність, пластичність, залежить від природи формного матеріалу; для флексоформ важливий показник співвідношення зворотних і залишкових деформацій форми і час релаксації друкувальних елементів); *молекулярно-поверхневі* (гідрофільність ПрЕ і гідрофобність ДрЕ офсетного друку, що оцінюються величиною крайового кута змочування і залежать від формного матеріалу і технології виготовлення); *стійкість* форми до розчинників фарби, змивних розчинів; *будова* ДрЕ і ПрЕ (*глибина* в мм або мкм ПрЕ і *геометричний профіль* ДрЕ ДФ високого друку, а також *геометрична форма* і *глибина* ДрЕ ДФ глибокого друку).

*Репродукційно-графічні* (якість відтворення на ДФ штрихового, тонового, растрового зображень): *роздільна здатність* форм (здатність відтворювати

дрібні елементи); *градаційна передача* (якість відтворення на ДФ тонових або растрових зображень: високий і офсетний друк — відносна площа растрових елементів на ДФ і фотоформі або у цифровому файлі; глибокому — об'єм ДрЕ).

Для форм офсетного друку встановлено, що їх руйнування пов'язано з процесами, що відбуваються у поверхневому шарі, а також в об'ємі ДрЕ і ПрЕ. Воно викликане фреттинг-процесом і водневим диспергуванням з присутністю нормального механохімічних окислювального і абразивного зношення.

На ПрЕ виявлено збільшення оксидів та точкову корозію анодованого алюмінію. Стирання ДрЕ пояснюється механічними процесами, наявністю попереднього зсуву, обумовленого деформаційними властивостями нерівностей тіл, що труться, що приводить до послаблення адгезії шару до основи. Зміна на поверхні та в об'ємі ПрЕ відбувається внаслідок підвищення температури у зоні контакту, хімічного впливу навколишнього середовища та ЗР. В результаті багаторазових деформацій мікронерівностей поверхні розрихлюється кристалічна структура. Це призводить до залучання у процес перетворення всього об'єму матеріалу, який переходить у стан підвищеної активності, стає пластичним, що сприяє вирівнюванню поверхні за рахунок розтікання металу. Поверхневі та нижчі шари збагачуються активними речовинами та воднем; змінюється структура поверхневого та об'ємних шарів матеріалу, відбувається ковзання кристалів по кристалографічним площинам, відхилення атомів від правильного розташування у ґратці та їх тепловий рух. Зношення ПрЕ відбувається у результаті динамічного окислювання при фреттинг-процесі та водневого диспергування, а також нормальних механохімічних окислювальних та абразивних процесів.

Згідно з фундаментальними положеннями трибології можна виділити загальні закономірності зносостійкості та тиражостійкості. Для всіх контактних способів друку характерні три періоди зміни параметрів контакту та експлуатаційних властивостей конструкційних матеріалів: *початкового* (прироблення, припрацювання), *стабільного* (перехід від початкового до усталеного стану, який проходить з постійною швидкістю, характерною для

даних умов) та *прискореного* (катастрофічний) зношення. Припрацювання деталей машин проходить при зменшених режимах навантаження, проте за яких можуть виникати дефекти в контактуючих парах, що обумовлені порушеннями технологічних процесів виготовлення деталей машин або невідповідності мастильних матеріалів. При стабільному зношенні зміни мають поступальний характер і переходять в стабільний режим репродукування новостворених сполук, що відрізняються від первинних більшою впорядкованістю, міцністю, зносостійкістю, здатністю до самоорганізації. Третій період характеризується посиленням змін складу, властивостей контактуючих пар, що має неусталений характер і пов'язаний з вичерпанням ресурсу зносостійкості.

Найбільш прийнятний для експлуатації — період стабільного зношення, при якому проходять сприятливі процеси, а зміна якісних параметрів мінімальні. Дану зону можна розширити за рахунок скорочення двох інших, застосовуючи способи та методи зміцнювальної технології.

Отже, параметри мікрогеометрії поверхні основи офсетної ДФ суттєво впливають на міцність скріплення КШ з поверхнею алюмінієвої пластини, якісні характеристики поверхні ПрЕ.

Мікрогеометрію поверхні характеризує її *шорсткість*, яка оцінюється висотним параметром нерівності поверхні (визначає розмір нерівностей по нормалі до бази відліку) та має такі параметри:  $R_z$  — висота профілю по десяти точках;  $R_{\max}$  — найбільша висота профілю;  $R_a$  — середньоарифметичне відхилення профілю;  $S_m$  — середній крок нерівностей;  $S$  — середній крок місцевих виступів профілю;  $t_p$  — відносна опорна довжина профілю (рис. 4.1).

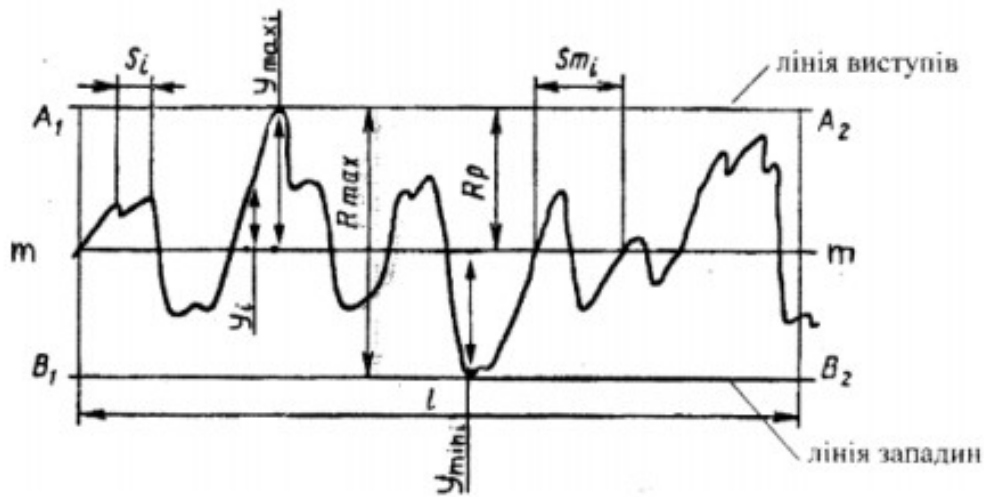


Рисунок 4.1 — Ділянка профілограми, що характеризує профіль поверхні формного матеріалу

Висота нерівностей профілю по десяти точках  $R_z$  визначається за формулою:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{\max i}| + \sum_{i=1}^5 |y_{\min i}|}{5}, \quad (4.1)$$

де  $y_{\max i}$  — висота одного з п'яти найбільших виступів профілю;  $y_{\min i}$  — глибина однієї з п'яти найбільших западин профілю.

Параметр  $R_a$  визначається за формулою:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad (4.2)$$

чи наближено:

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad (4.3)$$

де  $x$  — абсцис профілю, що відраховується за базовою лінією;  $y(x)$  — функція, що описує профіль;  $y_i (i = 1, 2 \dots n)$  — ординати  $n$ -точок профілю базової довжини  $l$ , яка застосовується для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість.

Середній крок нерівностей профілю  $S_m$  розраховується за формулою:

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}, \quad (4.4)$$

де  $S_{mi}$  — крок нерівностей профілю — відрізок середньої лінії профілю, який обмежує нерівність профілю.

Середній крок місцевих виступів профілю  $S$  розраховується за формулою:



$$S = \frac{1}{n} \sum S_i, \quad (4.5)$$

де  $S_i$  — крок місцевих виступів — довжина відрізка середньої лінії між проекціями на неї двох найвищих точок сусідніх місцевих виступів профілю.

Під впливом енергетичних, матеріальних та технологічних чинників друкарського контакту, що зумовлено властивостями ЗР, фарби, параметрами друкування, температурними режимами, контактна ділянка «ДФ—декель» обмінюється енергією та матеріалами із навколишнім середовищем. У поверхневих шарах ДрЕ виявлено значні зміни *морфології* поверхні, що впливає на якісні параметри ДФ. Зміна мікрогеометрії ДрЕ пов'язана із перебігом фізико-хімічних і структурних перетворень в поверхневому шарі та в об'ємі КШ під час експонування і друкування та втратою адгезії КШ до основи.

Зміна шорсткості ДрЕ ( $R_a$ ) складає 0,11...0,284 мкм і відбувається під дією циклічних навантажень процесу друкування. Зміна шорсткості поверхні ДрЕ вказує на три її стадії: *початкова інтенсивна* (часткове зминання та руйнування мікронерівностей, їх виступів та впадин, за рахунок чого збільшується площа фактичного контакту та зменшується зношування), *стабілізації* на певній величині (нові мікронерівності орієнтовані вздовж напрямку руху, утворюють стабільну шорстку поверхню тертя ДрЕ, що мінімізує зношення — пластична деформація), *подальша зміна*  $R_a$  (збільшення мікронапружень посиленням процесів деструкції в середині шару, що веде до дроблення елементів структури — послаблення механічних молекулярних зв'язків та їх розрив, відшарування деструктованих шарів, поява окремих мікротріщин, зменшення товщини КШ та висоти мікронерівностей при збільшенні їх щільності).

**Мета роботи:** проаналізувати вплив параметрів друкарського контакту на мікрогеометрію поверхні елементів офсетної ДФ до і після друкування.

### **Хід виконання роботи:**

1. Здійснити теоретичний аналіз форм контактних методів друку (офсетного плоского зі зволоженням; флексографічного; високого; глибокого; трафаретного; тампонного) за друкарсько-експлуатаційними та репродукційно-графічними показниками: формат; тиражостійкість; товщина (основа + КШ); спектральна чутливість (діапазон/тип випромінювання); механізм формування зображення (позитивні, негативні); необхідність проведення хімічної обробки після експонування; енергетична чутливість ( $\text{мДж/см}^2$ ); інтервал відтворюваних градацій; призначення.

2. Для обраного вище контактного методу друку визначити перспективи розвитку видів технологій виготовлення ДФ (переваги, недоліки); методів підвищення тиражостійкості; використання даного методу друку і технологій виготовлення ДФ для виготовлення якісної друкованої продукції.

3. На підставі детального аналізу профілограм (рис. 4.2–4.4) поверхні офсетних ДФ розрахувати величину зміни параметрів шорсткості поверхні елементів ДФ ( $R_z$ ;  $R_{max}$ ;  $R_a$ ;  $S_m$ ;  $S$ ) під впливом друкарського контакту.

4. Відповідно до виконаних розрахунків побудувати гістограми розрахованих кількісних показників мікрогеометрії поверхні елементів ДФ.

**Рекомендована література** [4; 7; 9; 10; 12; 14; 39; 40; 42].

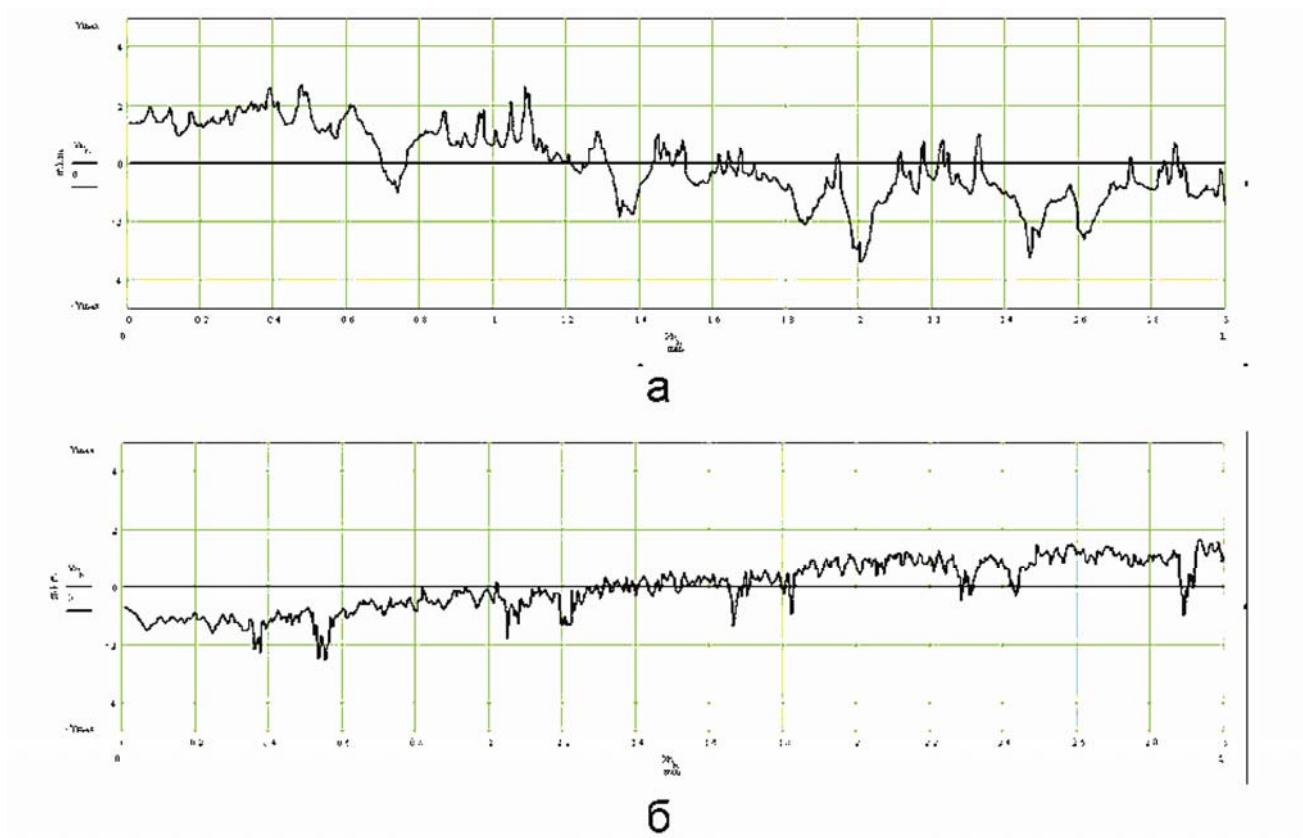


Рисунок 4.2 — Профілограми поверхні першого зразка офсетної ДФ:  
а — до друку; б — після друку

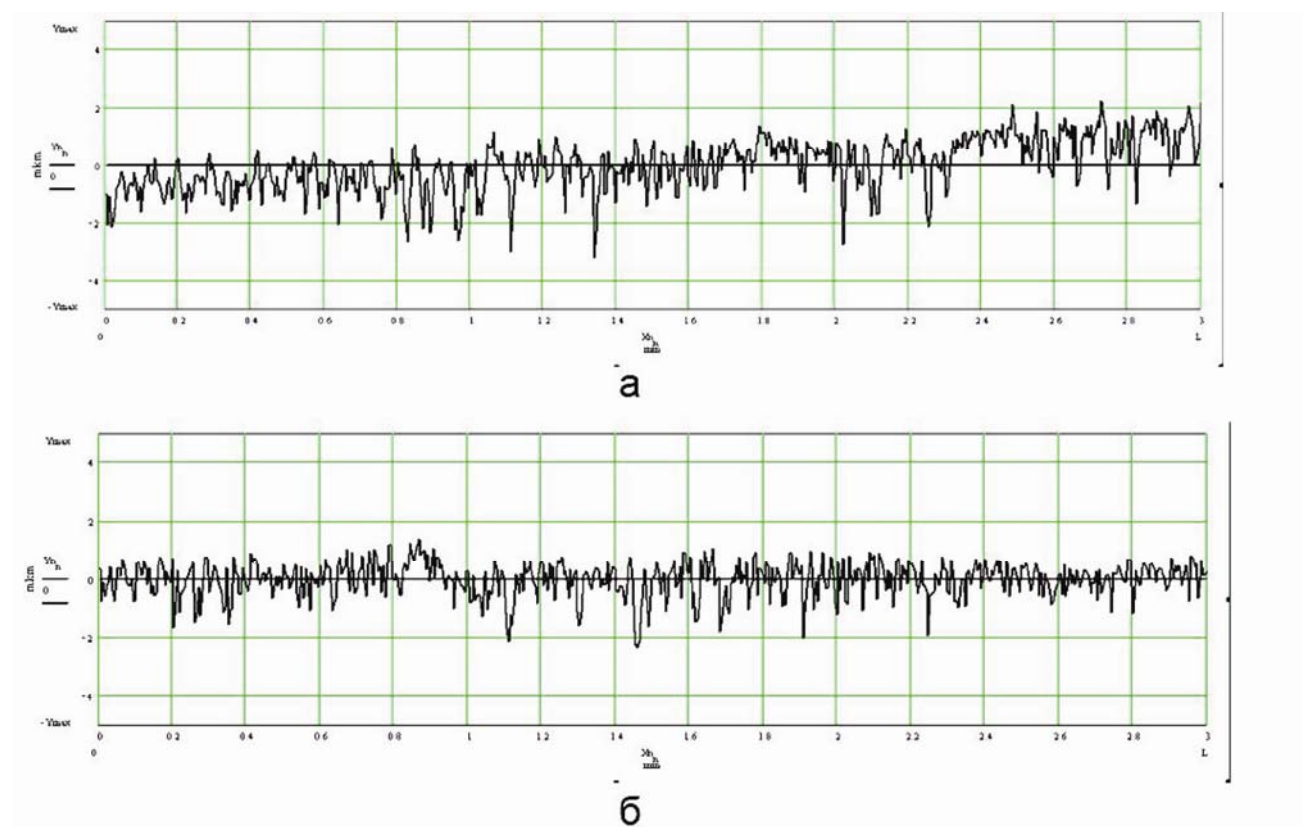


Рисунок 4.2 — Профілограми поверхні другого зразка офсетної ДФ:  
а — до друку; б — після друку

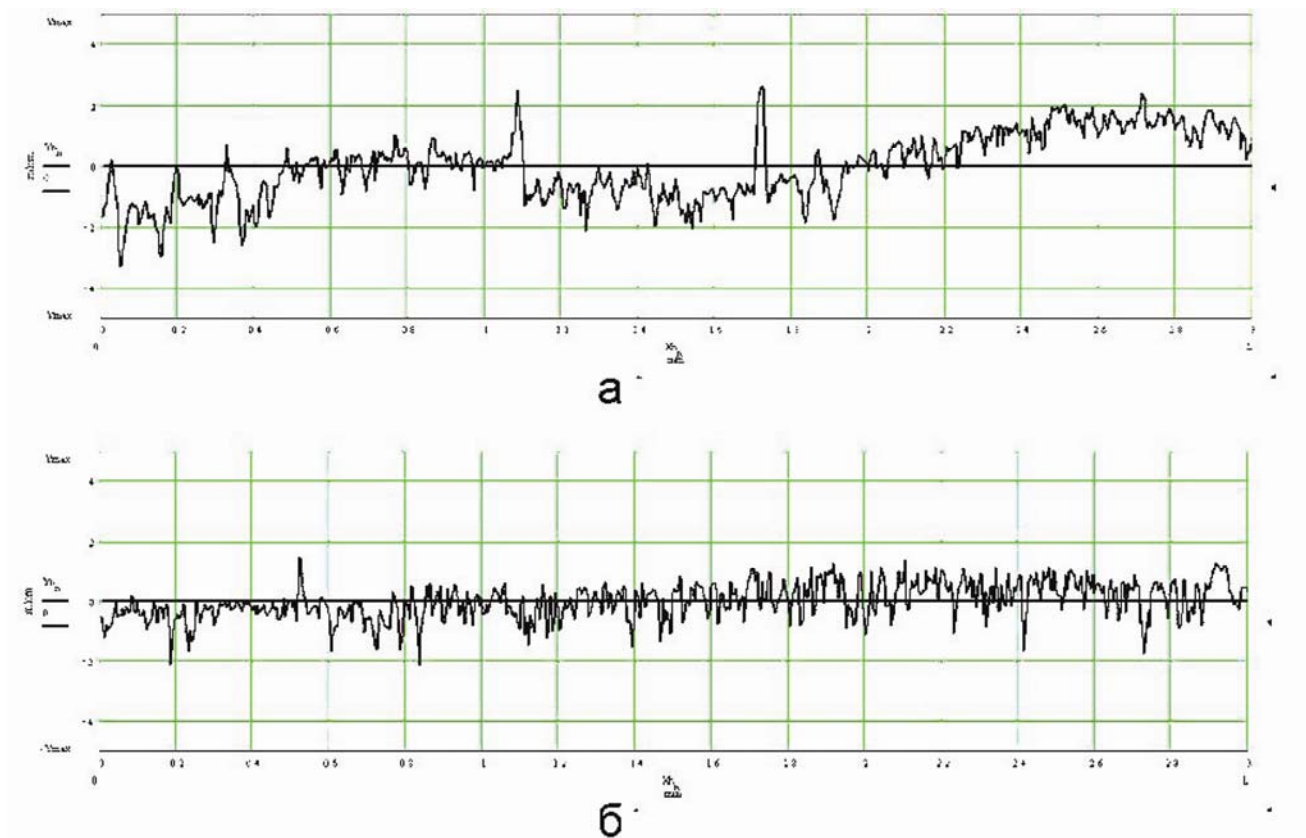


Рисунок 4.2 — Профілограми поверхні третього зразка офсетної ДФ:  
а — до друку; б — після друку

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Науково-технічні розділи трибології, їх сутність, тенденції розвитку.
2. Проблеми зношення в машинобудуванні видавничо-поліграфічного комплексу.
3. Види теорій тертя і зношення, їх сутність.
4. Наукові школи дослідження тертя і зношення.
5. Фізико-хімічні явища у зоні друкарського контакту.
6. Кількісні межі тиражостійкості друкарських форм різних методів друку.
7. Вплив тиражостійкості ДФ на якість друкованої продукції.
8. Триботехнічні явища при проектуванні і експлуатації машин та механізмів видавничо-поліграфічного комплексу.
9. Триботехнічні характеристики формних матеріалів.

10. Зміна характеристик поверхневих шарів ДФ різних методів друку.
11. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин високого способу.
12. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин флексографічного способу.
13. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин офсетного способу.
14. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин трафаретного способу.
15. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин глибокого способу.
16. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин тампонного способу.
17. Сучасні формні матеріали та конструктивні складові друкарських машин цифрового офсетного способу.
18. Особливості зміни друкувальних і пробільних елементів друкарських форм класичних методів друку.
19. Особливості зміни друкувальних і пробільних елементів друкарських форм цифрових методів друку.
20. Методологія визначення параметрів зношення друкарських форм.
21. Зносостійкість та тиражостійкість декелів у високому способі друку.
22. Зносостійкість та тиражостійкість декелів у глибокому способі друку.
23. Склад і аналіз роботи елементів системи «Друкарська форма—декель—відбиток» у високому способі друку.
24. Склад і аналіз роботи елементів системи «Друкарська форма—декель—відбиток» у глибокому способі друку.
25. Методи і засоби підвищення тиражостійкості друкарських форм класичних способів друку.
26. Методи і засоби підвищення тиражостійкості друкарських форм цифрових способів друку.

27. Розробки з удосконалення складу формних матеріалів різних способів друку.
28. Тенденції розвитку формних процесів класичних методів друку.
29. Тенденції розвитку формних процесів цифрових методів друку.
30. Тенденції розвитку друкарських процесів класичних методів друку.
31. Тенденції розвитку друкарських процесів цифрових методів друку.
32. Тенденції розвитку формних матеріалів класичних методів друку.
33. Тенденції розвитку формних матеріалів цифрових методів друку.
34. Тенденції розвитку складових елементів друкарських машин класичних методів друку.
35. Тенденції розвитку складових елементів друкарських машин цифрових методів друку.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Лазаренко Э. Т. Износостойкость печатных форм высокой печати / Э. Т. Лазаренко, Р. И. Мервинский, О. Ф. Розум // Полиграф. промышленность : Обзорн. информ. ИБНТИ по печати. М.: Книга, 1976. 56 с.
2. Поверхностная прочность материалов при трении / Под ред. Б. И. Костецкого. Киев: Техніка, 1977.
3. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды. М.: Наука, 1978. 249 с.
4. Костецкий Б. И. Управление изнашиванием машин / Б. И. Костецкий. К.: Об-во «Знание» УССР, 1984. 56 с.
5. Е. М. Величко. Тиражестойкость печатных форм / Е. М. Величко, Т. Г. Осипова, О. Ф. Розум. Киев: Реклама, 1987.
6. Хайнике Г. Трибохимия / Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 584 с.
7. Технология печатных процессов / Под ред. А. Н. Раскина. М.: Книга, 1989. С. 196-210. (432 с.)

8. О. Ф. Розум. Физико-химические основы тиражестойкости печатных форм. Учебное пособие / О. Ф. Розум. Киев: Минвуз УССР, 1989.
9. Лабинский В. С. Печатающие и пробельные элементы форм офсетной плоской печати / В. С. Лабинский, О. Ф. Розум. К.: Реклама, 1989. 28 с.
10. О. Ф. Розум. Управление тиражестойкостью печатных форм / О. Ф. Розум. Киев: Техніка, 1990.
11. Технология изготовления печатных форм / Под общ. ред. В. И. Шеберстова. М.: Книга, 1990.
12. Н. И. Спихнулин. Формные и печатные процессы. Технология и систематизация / Н. И. Спихнулин. М.: Книга, 1989–1991.
13. Т. Г. Осипова. Повышение тиражестойкости форм оперативной полиграфии / Т. Г. Осипова, О. Ф. Розум. М.: Книжная палата, 1990.
14. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. М.: Машиностроение, 1990. 528 с.
15. Е. М. Величко. Поверхностные свойства флексографских форм в процессе печатания / Е. М. Величко. Депонированная рукопись № 1614 — УК94, Киев: ГНТБ, 1994.
16. Технологические инструкции по процессам полиграфического производства. М.: Книга, 1982-1999.
17. Передача информации и печать / Пер. с нем. М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 1998.
18. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. М.: ВНИИ Полиграфии, 1998.
19. Величко О. Технологічне середовище друкарського контакту / О. Величко // Друкарство. 1999. № 6(29). С. 32—33.
20. Руководство по трафаретной печати / СЕФАР. М.: МГУП, 1999. 124 с.
21. Зоренко О. В. Триботехнічні властивості офсетного декеля / О. В. Зоренко, О. М. Величко // Друкарство. 2000. № 2(31). С. 62–63.
22. О. Зоренко. Закономірності зміни друкарсько-технічних властивостей декелів / О. Зоренко, О. Величко // Друкарство. 2000. № 5(34). С. 66–67.

23. Чернець М. Дослідження і підвищення зносостійкості матеріалів та оцінка довговічності і надійності триботехнічних систем / М. Чернець, А. Невчас, Ю. Скварок. Дрогобич-Люблин: Дрогобицький держ. педагог. ун-т, 2000. 320 с.
24. Беркович И. И. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения. Учебник для вузов / И. И. Беркович, Д. Г. Громаковский. Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2000. 268 с.
25. Ткачук М. П. Трафаретний друк / М. П. Ткачук. К.: ХаГар, 2000. 264 с.
26. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безизносность): учеб. / Д. Н. Гаркунов. 4-е изд. М.: Изд-во «МСХА», 2001. 606 с.
27. Поліграфічні матеріали / Під ред. Е. Т. Лазаренка. Львів: Афіша, 2001.
28. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника). Под ред. А. В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2003. 576 с.
29. Технологические инструкции по глубокой печати. Завод «Саянская фольга». Саяногорск, 2003.
30. Є. Мудрак. Тамподрук / Є. Мудрак, Р. Рибка, Л. Рудник, Б. Сорокін. Львів: УАД, 2004.
31. Величко Е. М., Зоренко О. В., Розум О. Ф. Влияние износа офсетных резинотканевых полотен на краско- и влагоперенос // Проблемы полиграфии и издательского дела. М., 2004. № 1. С. 39–43.
32. О. В. Зоренко. Механізм спрацювання офсетного гумовотканинного полотнища // Технологія і техніка друкарства. 2004. Вип. 1(3). С. 46–49.
33. О. Величко, О. Зоренко. Рациональная эксплуатация гумовотканинных полотнищ офсетного декеля // Друкарство. 2004. № 4(57). С. 46–47.
34. О. Величко. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту / О. Величко. К.: ВПЦ «Київський ун-т», 2005. 264 с.



35. В. Ф. Белокрысенко. Как повысить тиражестойкость офсетного декеля / В. Ф. Белокрысенко, В. Н. Токарев, И. П. Белоусова, Н. В. Машинцева // Компьюарт. 2007. № 4. С. 50–54.

36. В. Ф. Белокрысенко. Влияние печатно-технических свойств ОРТП на качество печати и тиражестойкость офсетного декеля / В. Ф. Белокрысенко, В. Н. Токарев, И. П. Белоусова, Н. В. Машинцева // Компьюарт. 2007. № 5. С. 34–39.

37. А. К. Дорош, Т. В. Розум. Контроль якості технологічних процесів та устаткування флексографічного способу друку. К.: НТУУ «КПІ», 2007. 202 с.

38. О. Зоренко, О. Розум. Декелі в офсетному друкарському процесі. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. 168 с.

39. Н. Н. Полянский. Технология формных процессов / Н. Н. Полянский, О. А. Карташева, Е. Б. Надирова. М.: МГУП, 2010. 366 с.

40. Скиба В. М. Технологічні основи тиражної стабільності друкарських форм / В. М. Скиба; за заг. ред. О. М. Величко [Текст]: моногр. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 148 с.

41. А. П. Гавриш, П. О. Киричок, Т. А. Роїк, О. В. Зоренко, В. Г. Олійник. Прецизійна доводка та полірування деталей поліграфічних машин з високолегованих композитів. Монографія. К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016. 498 с. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe).

42. Періодичні професійні науково-практичні журнали та збірники: *збірники* — Технологія і техніка друкарства (<http://oldttdruk.kpi.ua>; <http://ttdruk.kpi.ua>), Квалілогія книги, Наукові записки, Друкарство молоде, *журнали* — Друкарство, Палітра друку, Упаковка, Print+, PrintWeek (Україна), Полиграфия, Полиграфист и издатель, Курсив, Publish, КомпьюАрт (<http://www.compuart.ru>), КомпьюПринт, Тара и упаковка, Флексо плюс (Російська Федерація), Deutscher Drucker, Bindereport, Druckspiegel, Printprocess (Німеччина), PrintWeek, Printing World (В. Британія), American Printing, Seybold Report (США) тощо.

Додаток. Приклад оформлення титульної сторінки звіту

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Видавничо-поліграфічний інститут

Кафедра технології поліграфічного виробництва

ДОМАШНЯ КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з дисципліни  
«Управління тиражостійкістю/Основи зносостійкості друкарських форм»,  
«Фізичні методи дослідження-2: Фізичні основи тиражостійкості елементів  
друкарського контакту»

Студент	підпис	Прізвище та ініціали
Курс	група	
Керівник	підпис	Прізвище та ініціали

Київ – 20\_\_